心理科学进展 2019, Vol. 27, No. 2, 221–229
Advances in Psychological Science DOI: 10.3724/SP.J.1042.2019.00221

回溯式时距估计的动态性及心理机制*

杨莲莲 黄希庭 刘培朵 岳 童
(西南大学心理学部, 重庆 400715)

摘 要 时间流逝过程中, 回溯式时距估计动态性体现在短时延迟和长时发展两个方面。前者聚焦秒、分级的延迟, 将其归为背景变化或由目标时距引发的认知差异; 后者聚焦跨年龄(如婴儿、儿童到成年)的个体发展, 认为主要是信息加工速度的差异。最后, 从综合视角出发, 认为其动态性可能是由不同时距信息心理表征的差异造成的, 这体现时间认知的分段综合性。未来需以时间流逝的动态视角开展回溯式时距估计的心理表征研究, 深入探讨与目标时距紧密相关的计时策略在回溯式时距估计中的作用, 并扩展年龄、人格类型等个体差异方面的动态特征研究。

关键词 回溯式时距估计; 动态性; 延迟; 个体发展; 认知分段综合模型
分类号 B842

1 引言

航空飞行员在执行太空任务时需实时评估已完成的分段任务时间, 以此判断自身内感受性从而确保任务顺利完成。由此可见, 任务执行过程中准确评估时刻变化着的时距相当重要, 这种将绝大部分精力用于任务监控而事先并不关注时间的情况涉及不断发展变化的回溯式时距估计。

回溯式时距估计(retrospective duration estimation)是指以记忆为主要成分且事后才知要对两个相继事件之间的间隔时间或某一事件持续时间的长短进行估计(杨莲莲, 黄希庭, 岳童, 刘培朵, 2018)。作为时间领域的重要组成部分, 其对案件侦查或老龄化认知能力的评估有重要作用(Block & Gruber, 2014)。以往研究多从静态角度关注回溯式时距估计。比如, 先前研究多聚焦于物理因素的作用, 认为刺激越复杂, 越熟悉, 时距越易高估(Block, Hancock, & Zakay, 2010)。这仅聚焦于刺激材料呈现后立即进行的时距估计, 又称之为近时的回溯式时距估计(杨莲莲等, 2018)。与此相对, 远时的回溯式时距估计是以现在为出发点回溯久远事件的时间, 一般注重自传体记忆时距估计或公众回溯式时间记忆的研究, 认为在时距估计过程中主客体特征对时距估计产生重要影响(Freton et al., 2014)。不可否认, 不管是近时还是远时的回溯式时距估计, 也不论是个人还是公众回溯式时间记忆的研究, 都延续着静态化的研究视角(杨莲莲等, 2018)。

然而, 时间在不断流逝且时间与发展密不可分(Lustig & Droit-Volet, 2017)。每一时刻的时距估计都是当前状态与过去经验整合的结果, 比如短时延迟状态下时距估计需整合物理、生理和心理三因素的共同作用(Matthews & Meck, 2016); 长时发展则看重与年龄相关的个体时距估计的变化。如上所述, 近时和远时时距估计并未关注回溯式时距估计的动态性, 即回溯式时距估计随时间流逝是如何变化的? 是高估、低估还是不变? 这一动态过程的心理机制是怎样的? 是基于已有的记忆理论模型(如存储容量模型、背景变化模型等, 见 Zakay & Block, 2004)还是有其他的理论解释? 这些问题亟待解决。因此, 本文主要探究时间流逝过程中回溯式时距估计的动态性, 具体表现在两个方面: 一方面是指从刺激呈现到时距估计之间的短时(如秒、分)延迟; 另一方面则关注时距估计的长时发展, 即不同年龄段(如婴儿、儿童、青年和老年)回溯式时距估计的发展变化。本文在

收稿日期: 2018-03-30
* 西南大学重庆市人文社会科学重点研究基地项目“社区领导干部胜任特征研究” (18SKB003)。
通信作者: 黄希庭, E-mail: xthuang@swu.edu.cn

前人研究的基础上，从这两个方面深入探究回溯式时距估计的动态特征，进一步阐述其心理机制，并对未来研究进行展望。

2 回溯式时距估计的短时延迟及其心理机制

2.1 回溯式时距估计的短时延迟现象

回溯式时距估计的动态性体现在秒或分的短暂延迟(刺激呈现完毕到时距估计的时间间隔)上，重点关注无延迟(立即估计条件)、延迟几秒到几分钟(延迟条件)的时距估计的动态变化，得到的结果不一致。具体来说，一类研究认为延迟会高估时距。例如，Vitulli 和 Shepard (1996)通过调控刺激呈现速度 1 s 或 2 s (被试间变量，分别实现 25 s 和 50 s 目标时距)，延迟时间为 30~60 s (被试间变量，填充任务不同，如写出随机数字，将数字求和以及写出 2 倍于随机数字的数字)，发现与立即估计相比，延迟导致时距高估。后来，Vitulli 和 Crimmins (1999)通过调控刺激数目(25 个或 50 个，被试间变量)和刺激呈现的间隔时间(100 ms 和 1300 ms，被试间变量)，实现 28~55 s 的目标时距，延迟时间固定为 5 min (被试间变量，延迟过程中要求被试按顺序写出随机数字并给予反馈)，也发现延迟导致时距的高估。再后来，Vitulli 和 Nemeth (2001)以听觉形式估计《普通心理学》某章节的录音时间，目标时距分别为 1 min 和 2 min，延迟 1~4 min (填充任务是依据章节内容进行多重选择题的作答)，结果发现延迟也高估时距。近来，有研究发现三个月前的时距显著长于一周前的时距(尧国靖，张锋，2013)，这说明延迟时间与估计时距呈正相关。究其原因，延迟高估可能是由于延迟条件下的填充任务过多，额外的认知要求增加，从而导致“感觉超负荷” (sensory overload)，并将相关的时间间隔与额外的心理内容相混淆(Vitulli, & Shepard, 1996)，这符合存储容量模型(storage size model，见 Zakay & Block, 2004；认为时间估计的长短取决于记忆中存储刺激的容量，存储数量越多或刺激越复杂，估计的时距就越长)，但此解释笼统且牵强，来自另两类的研究(延迟低估或不变)证据表明同样是在延迟阶段采用多种填充任务，却无法得出延迟高估的稳定性结果。例如，Roy 和 Christenfeld (2007)采用手工折纸任务，目标时距为 4~18 min，延迟时距为 10 min，延迟过程中采用多种非时间任务(即阅读葛底斯堡演说、评估情绪内容的图片、阅读马丁路德金的“我有一个梦想”)，结果表明延迟低估时距，但延迟的效应量很小，仅为 0.007，此研究认为是由于延迟时间过短的缘故。再比如，有研究要求评估玩电子游戏的时间(游戏中要求被试操纵键盘防止车辆撞到路边小狗)，真实时距为 6 min 36 s，延迟 5 min (延迟过程中要求被试判断随机生成的模拟数字车牌是否完整并按键反应)，结果未发现延迟的主效应(Pedri & Hesketh, 1993)。还有研究在 Vitulli 和 Nemeth (2001)研究的基础上加入无意义音节作为控制条件，未发现延迟的高估或低估效应(Vitulli, 2003)。此研究中的可取之处是加入控制组使实验更为严谨，但这些研究就延迟条件下的时距估计情况并未给出合理的解释。

总之，尽管上述研究选择不同的目标时距和延迟时距，两时距内的任务也不同，比如目标时距阶段多采用数字记忆、电子游戏及手工折纸等不同类型的任务，延迟时距阶段则采用数字计算或阅读文档等同一类型的任务，细致分析发现，时距变化过程中延迟阶段任务均以陈述记忆(declarative memory，指对事实信息的记忆，具体见：黄希庭，郑涌，2015)为特点，目标时距任务则由陈述记忆类型向程序记忆(procedural memory，指如何做事情的记忆，又称为动作记忆，具体见：黄希庭，郑涌，2015)类型转变。这说明延迟条件下时距估计的差异可能是目标时距而非延迟时距内的任务特点所决定的。由此可知，目标时距的长短及其任务特点对时距估计的动态变化有着重要影响。这对探究时距估计短时延迟的心理机制有很好的启发作用。

2.2 回溯式时距估计短时延迟的心理机制

目前，回溯式时距估计的动态变化方向不一致，可能是由某些内在条件的变化导致的，可从两个角度分别进行阐述：一是基于已有理论模型，关注的是目标时距内的记忆任务在延迟过程中的变化；二是基于已有实证研究的支持，需从短时延迟条件的对比、归纳与总结中获得。具体阐述如下。

记忆改变的量化形式可能有助于揭示其心理机制。具体来说，有研究指出在时间流逝过程中，如果有机体意识到记忆内容变化，并找到记忆改变的量化形式，且能将特定行为与记忆量化的特

定值联系起来，那么这一量化形式即可充当计时器(Staddon & Higa, 1999)。换言之，回溯式时距估计动态变化机制可能依据时间流逝背景下的记忆改变，即延迟在回溯式时距估计的作用可能是通过变化着的记忆起作用。延迟过程中目标时距内的任务随时间流逝不可避免产生遗忘，依据存储容量模型，遗忘应导致时距低估。然而，近期研究采用主动遗忘范式发现遗忘会高估时距(Sahakyan & Smith, 2014)。由此可见，存储容量模型并不能有效地解释延迟过程中记忆量的遗忘对时距估计的影响。因此，有研究将延迟高估的现象指向背景变化模型(context-change model, 见 Zakay & Block, 2004; 认为回溯式时距估计是以记忆编码的背景变化有效性为基础进行的认知建构)。具体来说，无论是短时延迟的自然遗忘还是主动遗忘，两组被试在编码过程中记或忘的背景发生变化，且背景变化越多，时距越高估，这支持背景变化模型。

尽管短时延迟高估时距已找到合理解释，但人们似乎并未全面清楚时距估计短时延迟的内部机制到底是怎样的，这可能是由于已有研究中并未对延迟产生的另外两种现象(低估或不变)进行系统阐述。经过对三种现象的研究对比发现，回溯式时距估计短暂延迟的动态性可归为三种主要因素的作用。其一，目标时距的差异。统观已有研究，回溯式时距估计的动态性也遵循长时距低估，短时距高估的原则，这或许是造成不同时距方向的一个原因(Roy & Christenfeld, 2007; Vitulli & Crimmins, 1999)。其二，目标时距内任务特点的差异。比如，早期有研究采用的随机数字呈现任务是基于数字知识的陈述记忆，导致时距高估(Vitulli & Crimmins, 1999); Roy 和 Christenfeld (2007)所采用的手工折纸任务则是对如何将一长方形纸折成兔子形状的一种程序记忆，导致时距低估。更进一步，若同时考虑时长因素，那么任务类型可能涉及到动作记忆或语义记忆在头脑中的不同表征。因此，目标时距内的任务特点可能是造成时距估计差异的主要原因。其三，计时策略的差异。计时策略其实是被试评估时距的策略，是借助对材料的回忆来推断时距的方法，这为连接刺激呈现与时距估计搭建了桥梁。计时策略与目标时距及其任务特点密切相关。比如，较短目标时距往往聚焦于陈述记忆，一般采用直接编码，对时距进行直接推断，由于延迟阶段同样采用陈述记忆任务，可能会对目标时距产生干扰，进而出现时距高估；较长时距涉及程序记忆类型，是基于一定的动作过程而进行的时距提取，是一种间接推理的过程，需注意和工作记忆的共同参与(Ivry & Schlerf, 2008)。同时，延迟阶段采用的陈述记忆任务并不能对目标时距产生干扰，且有研究认为基于心理模拟估算的时长一般会有低估趋势，这为较长目标时距内动作记忆的低估倾向提供证据(Arnold, Iaria, & Ekstrom, 2016; Bonasia, Blommesteyn, & Moscovitch, 2016)。值得注意的是，时间流逝过程中，短时距提取过程一般涉及工作记忆，计时策略将由直接推断演变为间接推断，这可能是由时间流逝过程中短时记忆向长时记忆转变的缘故。

综上所述，本文从短时延迟的记忆变化和已有研究的对比两个方面阐述回溯式时距估计动态变化的心理机制，为时距估计动态性提供了思路。具体地，回溯式时距估计短时延迟的高估现象可由背景变化模型解释，即背景变化越多，时距越高估；通过对早期研究的对比、归纳和总结，发现回溯式时距估计动态性或许是由目标时距的长短及其任务特点或计时策略的变化导致的，这些都与时间记忆表征有关。总而言之，随时间流逝，目标时距内的任务特点(比如陈述记忆或程序记忆)与计时策略的变化促成时距估计的动态性。然而，回溯式时距估计短时延迟的动态性多聚焦于早期研究且时间跨度较短，并不能充分说明其动态变化情况，因此后文尝试从长时发展的角度丰富回溯式时距估计的动态性研究。

3 回溯式时距估计的长时发展及其心理机制

3.1 回溯式时距估计的长时发展

时距判断的发生是回溯式时距估计的前提和基础。有研究指出从出生起大脑就具备时距加工的系统，但在生命早期基本都采用内隐的测量方式进行时间判断(de Hevia, Lee, & Streri, 2017)。比如，婴儿的初始时间感(primitive sense of time)是从习惯化反应的角度得出婴儿内隐习得时间距离(Droit-Volet, 2013); 其辨别时距的能力遵循韦伯定律(de Hevia, 2016), 例如，4 个月婴儿对长时距反应的比例随信号时距增加而增加(Provasi,

Rattat, & Droit-Volet, 2011), 6 个月婴儿能够辨别的时距比率为 1 : 2, 到了 10 个月时才能分辨更困难的 2 : 3 的时距(Droit-Volet, 2016)。婴儿、儿童到年轻成人的时距敏感性(sensitivity, 与时距的变异性(variablity)相对, 即变异性越小, 敏感性越高)越来越高, 时距估计能力越来越好(陶云, 马谐, 2010; Droit-Volet & Coull, 2016)。然而, 近来回溯式时距估计纵向研究极少, 要了解个体的时距估计发展情况可从横向研究对比中发现纵向发展趋势, 为时距估计的长时发展提供证据。例如, 有研究利用不同时距估计方法探究年老组(平均年龄为 62.6 岁)与年轻组(平均年龄为 21.3 岁)时距估计能力, 发现与年轻组相比, 年老组采用口头估计法高估时距, 采用时间复制法低估时距(张志杰, 黄希庭, 2005); 还有研究在两种时距估计方法上均未发现显著的年龄差异, 但时距有低估倾向, 且老年人比年轻人时距估计稍准确(戴冰, 杜金, 张惠, 2013)。近来, 有研究在实验研究的基础上纳入日常生活事件, 采用图示时间线(pictorial timeline method, 在一定长度的线段上画线表示先前事件的持续时间)的方法探究老年人(60~79 岁)和年轻人(19~26 岁)时距估计的情况, 发现与年轻组相比, 老年组具有更小的时间窗口, 表现出时距的低估(Hancock, 2010; Yu, Cheng, & Peng, 2016)。同年, 有研究直接要求不同年龄段(20~80 岁)的被试以正序(比如从 10 岁开始经过的 N 个五年期, 直到最近的五年期)或倒序(比如从当前年龄开始往前经过最近的五年期到第 N 个五年期)的方式回忆过去某时段, 并用十字在线段上做标记以表示具体时距, 结果表明在最近的五年阶段中, 老年组(60~80 岁)比年轻组(20~39 岁)产生显著的时距低估现象, 且时间越近, 低估现象越明显(Winkler et al., 2017)。以上研究均表明与年轻人相比, 老年人的时间估计具有更大的变异性。综合看来, 从婴儿到儿童、青年乃至老年的生命历程中, 回溯式时距估计能力逐渐增加, 到青年时达到顶峰, 而后变弱, 即整个时距估计的辨别力呈倒 U 型曲线(张志杰, 黄希庭, 2005; McCormack, 2015)。

3.2 回溯式时距估计长时发展的心理机制

回溯式时距估计跨年龄的长时发展体现时距估计的动态性, 即从婴儿、儿童、青年到老年期时距估计能力呈倒 U 型曲线, 此变化趋势与年龄相关的认知能力发展紧密相关, 可能存在三方面的原因。具体阐述如下。

其一, 不同年龄组信息加工速度的差异可能是导致回溯式时距估计变化的主要原因。例如, 早期研究测量暗刺激和光刺激周期性交替时婴儿的心率及计时反应, 结果表明婴儿的心率表现与前测验中高水平的注意力密切相关, 这说明婴儿的时间估计与注意加工有关(Colombo & Richman, 2002), 随着年龄增长, 儿童会内隐而非自主的注意时间(Johnson, Burrowes, & Coull, 2015)。然而, 时间敏感性也并不仅仅聚焦于注意方面, 还存在信息加工的差异。比如, 有研究测量不同年龄段(5 岁、9 岁和 22 岁左右的年轻人)被试的信息加工速度(以威克斯勒智力测验中编码和信号搜索子测验得分表示)和认知控制(如短时记忆、工作记忆和选择性注意), 结果发现信息加工速度是时间敏感性最好的预测指标(Droit-Volet & Zélanti, 2013; Zélanti & Droit-Volet, 2011)。也就是说, 从婴儿到儿童再到年轻成人的长时发展中, 信息加工速度增加, 时距敏感性增加, 时距估计能力不断增强。然而, 与年轻人相比, 老年人在延迟回忆任务中表现出情景记忆的缺陷, 行为水平上分析可能是执行功能受限的缘故; 从生物学水平来看, 这可能与大脑灰质体积和特定基因(如 KIBRA 单核苷酸多态性, 基因位点：rs17070145)有关(Fletcher et al., 2018; Stickel et al., 2017)。除此之外, 不同年龄组在时距估计方法上的差异也为基本认知加工增添证据, 即采用不同估计方法, 各年龄组被试所依据不同的记忆类型, 信息加工方式不一样, 从而产生不同的时距估计(Thoenes & Oberfeld, 2017)。比如, 时间复制法依赖工作记忆、长时记忆和情景记忆, 需实时进行记忆监控, 老年人比年轻人抑制无关干扰的能力降低, 则低估时距(毕翠华, 2014; Yu et al., 2016); 而口头估计法依靠背景记忆的重构, 老年人在背景记忆建构中可能不易产生错误记忆(Carpenter & Schacter, 2018, but see Murre, Janssen, Rouw, & Meeter, 2013), 从而表现出口头时距估计稍高的准确性(戴冰等, 2013)。由此看出, 从青年到老年的长时发展中, 记忆的编码和提取阶段出现困难, 信息加工速度变慢, 时间敏感度降低。综合看来, 信息加工速度的变化为时距估计能力倒 U 型曲线的发展提供了可能。

其二，时距估计的编码和提取阶段所采用的计时策略可能是导致年龄差异的基本原因。例如，有研究表明随年龄增长儿童的时距估计能力提升，这可能是由于儿童逐渐掌握了时距判断策略(即学会使用时间标尺和计数的策略)。即儿童从不会使用时间标尺(5 岁)到开始使用外部时间标尺(7 岁)再到主动使用时间标尺(8 岁)，而且在有时间标尺的情况下，80%以上的 6 岁儿童都能采用数数的策略进行时距估计，从而使时距估计的准确性和稳定性大为提高(黄希庭, 2014)。到了成年期，尽管年轻人和老年人都能有效地使用时间标尺，但两年龄组在时距的可回忆性(recallability)和可提取性(retrievability)上存在差异，且与年轻人相比，老年人可能没有能力同时采纳足够的编码策略，记忆能力降低进而导致时距估计不准确(张志杰, 黄希庭, 2005)。由此可知，回溯式时距估计倒 U 型的长时发展体现在外部策略逐渐向内部策略的转变以及内部策略的回忆和提取能力方面的变化。

其三，从日常生活角度来看，回溯式时距估计的个体发展或许与时间压力、新生活经历等因素有关。例如，有研究认为随年龄的不断增加，时间压力相应增大，时间紧迫感增强，同时新生活经历(指初次经历，如初恋、第一次找工作等事件，见 Hammond, 2012)减少，从而低估时距。这符合存储容量模型，即大多数内部或外部经验对儿童是新颖的而非重复的，对于老年群体，日常生活事件不需占用记忆或注意资源，时距估计随着记忆数目的减少而降低(Ferreira, Paiva, Prando, Graça, & Kouyoumdjian, 2016; Winkler et al., 2017)。纵观时距估计的长时发展，尽管存在时距低估和高估现象，回溯式时距估计能力依然符合倒 U 型的发展趋势。

4 回溯式时距估计动态性的心理机制——综合的观点

由上可知，背景变化模型尽管为延迟高估现象提供了可能的解释，但并未全面有效地解释回溯式时距估计延迟低估及其长时发展的动态特征。此外，目前并没有直接有效的证据证实背景变化的作用，且模型本身还存在一些问题。比如，“背景变化”的界定很宽泛，从最初基于不同任务的多样变化，到后来扩展到伴随着情绪的、环境的及其他背景成分的变化(Zakay & Block, 2004)，似乎一切与时间无关成分的变化均可称之为背景变化。而且，背景变化的具体位置(指信息加工的编码阶段、提取阶段还是两者共同的背景变化)也含糊不清(张志杰, 黄希庭, 2005; Zakay, 2014)。因此，要统合回溯式时距估计短时延迟和长时发展背后可能的原因，就有必要从综合的视角看待回溯式时距估计的动态性。正如上述分析，背景变化模型重在记忆编码或提取阶段的变化，这点恰巧反映出时间认知分段综合模型(range-synthetic model of time cognition, see 黄希庭, 李伯约, 张志杰, 2003)中有关时距综合性的描述，该模型指出记忆(包含编码、保持和提取过程)是影响时距的一个必不可少的因素，且长时发展反映出不同群体的认知特点，为综合性提供证据(黄希庭, 2014)。由此可见，短时延迟与长时发展背后的心理机制看似不同实则彼此相通，这在时间认知分段综合模型中得以体现。具体阐述如下。

一方面，从时距估计的整个过程来看，回溯式时距估计的动态性充分体现在时间流逝过程中不同时长导致的一系列认知差异上，即时距估计的短时延迟与长时发展都聚焦目标时距−目标时距内的任务特点−计时策略的差异，主要表现在秒和分的时间单位上，这体现了认知分段性。比如，短时距(秒)则一般高估时距，而长时距(分、月或年)则易产生低估。此外，在具体实验过程中，不同目标时距内的任务特点(指实验任务是趋于操作动作形式(即程序记忆)还是知觉辨别形式(即陈述记忆))发挥重要作用，如已有研究分别采用折纸任务和数字识记任务探究时距估计能力，发现基于动作形式的任务可能比知觉形式更易低估时距(Roy & Christenfeld, 2007; Vitulli & Nemeth, 2001)，这为时距信息的心理表征及其分段性研究提供了方向。还有，不同目标时距估计过程中所采用的计时策略也有差异(Ivry & Schlerf, 2008)。比如，几秒钟的短时距可能主要采用直觉感知，进行直接的推论；几十秒或分范围内的长时距则可能大多采用间接的方式经过思考形成整体的推论，是一种建构式的表征。再比如，不同年龄组使用计时策略的表现不同，儿童时期多采用节拍器等外部策略，青年或老年期多采用内部策略。值得注意的是，随时间流逝，无论是短时延迟还是长时发展，计时策略可能均会从直觉感知向间接推论转变，或是从外部策略向内部策略迁移，这

是导致时距估计动态变化的一个重要原因。由此可见，回溯式时距估计的动态性可能体现在不同目标时距的记忆表征中。具体地，在短时延迟过程中，时距信息可能与短时记忆或工作记忆向长时记忆或情景记忆转变的事件记忆表征密切相关，且时间距离由近及远，事件表征方式可能由具体细节化向抽象概括化转变(Liberman & Trope, 2014)，从而会产生较远时距估计的不准确；在回溯式时距估计的长时发展中，不同年龄群体除记忆能力的发展变化之外，事件记忆表征方式可能有所不同，比如儿童期可能以形象记忆为主(林崇德, 2012)，成年期则可能以语义记忆为主。归根究底，回溯式时距估计的动态性可能是目标时距内记忆表征及计时策略的变化导致的，这与时长密切相关，可见时间的认知分段性可详细解释回溯式时距估计的动态特征。

另一方面，从时距估计的影响因素来看，时距估计短时延迟的动态性可能体现在材料意义的层次性上，即从无意义音节到较低意义水平的数字再到较高意义水平的文字，意义性越大，时距高估倾向越明显(Vitulli, 2003; Vitulli & Nemeth, 2001)；长时发展的动态性则主要表现在年龄和时间人格等个体差异等方面，这些均体现出认知综合性。比如，婴儿、儿童、青年乃至老年期的时间压力、新生活经历在变，进而表现出时距估计能力的变化(Winkler et al., 2017)。再比如，有研究探究时间洞察力与时距估计的关系，发现现在享乐与时距估计的不确定性显著相关(Grondin et al., 2018)，并与现在宿命共同体验到较慢的时间流逝，表现出时距的高估；而未来导向的时间人格则可能低估时距，知觉到较快的时间流逝(Jokic, Zakay, & Wittmann, 2018; Wittmann, Rudolph, Linares Gutierrez, & Winkler, 2015)。可见，时间认知的综合性也可合理解释回溯式时距估计的动态性。

综上所述，时间认知的分段性和综合性彼此紧密相连，并非孤立存在。即人们在研究回溯式时距估计的动态特征时，不得不考虑目标时距的长短-目标时距内的任务特点-计时策略、材料意义性以及年龄等个体差异等的影响。不同时间范围内的记忆表征方式以及计时策略实质反映出不同时距信息心理表征的差异性，而这些差异也都体现在不同因素(如材料意义性、年龄等)的影响中。尽管此模型并未明确指出随时间流逝回溯式时距估计动态性的具体变化，但它为我们解释时距估计的动态性提供了理论指导。

5 总结与展望

本文分别从回溯式时距估计的短时延迟和长时发展两方面探究回溯式时距估计的动态特征并分析原因，以期深入了解时距估计动态变化的心理机制。具体地，前者主要聚焦于不同延迟条件(比如延迟几秒到几分钟不等)的时距估计，得到的结果不尽相同，可能会受到目标时距的长短、目标时距内的任务特点或与目标时距相关的计时策略的影响；后者则是从回溯式时距估计个体发展的角度入手，重点阐述从婴儿、儿童、青年至老年时距估计的倒 U 型的变化趋势，可能受到信息加工速度、计时策略或新生活经验等方面的影响。在此基础上，时间认知分段综合模型分别从认知分段性和综合性两方面有效地整合了短时延迟和长时发展的动态特征，并认为这可能是由于不同时距信息心理表征的差异造成的，进而为我们解释回溯式时距估计的动态性提供了可行思路。然而，目前来讲，回溯式时距估计短时延迟和长时发展的心理机制研究很少，这也许与回溯式时距估计较模糊的时间表征有关。未来可从以下三个方面开展研究。

首先，需以时间流逝的动态视角开展回溯式时距估计的心理表征研究，并验证认知分段的合理性。例如，在短时延迟过程中，不同的目标时距和任务特点可能共同反映出回溯式时距估计的心理表征，如已有研究采用的数字(Vitulli & Shepard, 1996)和意义材料(Vitulli, 2003)体现出以知觉辨别形式为主的语义表征，而游戏或折纸等(Roy & Christenfeld, 2007)以操作动作形式为特点的任务可看做是表象表征中的一种，这些都聚焦于秒和分范围内的目标时距。此外，有研究证实秒范围内不同目标时距具有不同的认知加工方式，体现认知分段性(尹华站, 李丹, 陈盈羽, 黄希庭, 2016)。在短时延迟过程中，秒和分范围内时距估计的不同方向，可能反映出心理表征的差异，因此，未来需设计实验探究秒和分的时间尺度是否具有不同的时间表征，以此验证认知分段综合模型中认知分段性的观点(Wittmann, 2013)。

其次，需深入探讨与目标时距紧密相关的计时策略在回溯式时距估计中的作用。具体地，时

距估计的短时延迟涉及直接到间接推断策略的转变，直接的推断策略对应于一个完整的单元，间接策略一般则需要多个模块推理形成一个整体；时距估计长时发展不仅涉及直接和间接策略，还存在内部和外部策略。时间流逝过程中，不同策略之间可能会相互转换或共同参与时距估计，那么几种策略是否能同时使用又或是有主次之分？各个策略之间是如何相互转换？又是如何进行时距估计？这都需实证研究的支持。

最后，需扩展年龄、人格类型等个体差异方面的动态特征研究，以充分检验认知符合性。由上可知，时距估计的年龄差异大多不局限于回溯式时距估计的范式，未来应多采用纵向交叉范式探究回溯式时距估计跨年龄的发展趋势。另外，回溯式时距估计应聚焦日常生活事例在时距估计中的作用(Freedman, Conrad, Cornman, Schwarz, & Stafford, 2014; Winkler et al., 2017)，并充分考虑人格类型(如 AB 型或冲动性人格等)对时距估计的潜在影响(杨莲莲等, 2018; Jokic et al., 2018)。此外，不同人格类型对时间估计的把握度可能会随时间流逝而发生变化，这在一定程度上也体现出回溯式时距估计的个体差异。未来需设计实验以检验认知分段综合模型在回溯式时距估计动态研究中的适用性。

参考文献

毕翠华. (2014). *工作记忆的保持影响时间知觉的认知与神经机制* (博士学位论文). 西南大学, 重庆.

戴冰, 杜金, 张惠. (2013). 老年人回溯式时距估计的特点. *中国老年学杂志, 33*(14), 3385–3387.

黄希庭. (2014). *探究心理时间* (第 1 版, pp.111–112). 北京: 商务印刷馆.

黄希庭, 李伯约, 张志杰. (2003). 时间认知分段综合模型的探讨. *西南师范大学学报(人文社会科学版), 29*(2), 5–9.

黄希庭, 郑涌. (2015). *心理学导论*(第 3 版, p.366). 北京: 人民教育出版社.

林崇德. (2012). *发展心理学*(第 1 版, pp.257–258). 浙江: 浙江教育出版社.

陶云, 马谐. (2010). 面孔情绪下 3~8 岁儿童时距知觉的实验研究. *心理发展与教育, 26*(3), 225–232.

杨莲莲, 黄希庭, 岳童, 刘培朵. (2018). 回溯式时距估计的计时机制. *心理科学进展, 26*(8), 1374–1382.

尧国靖, 张锋. (2013). 自尊水平、事件效价与时距对过去事件时距估计的影响. *心理发展与教育, 29*(1), 18–22.

尹华站, 李丹, 陈盈羽, 黄希庭. (2016). 1~6 秒时距认知分段性特征. *心理学报, 48*(9), 1119–1129.

张志杰, 黄希庭. (2005). 回溯式时距估计的年龄差异. *心理科学, 28*(5), 1039–1042.

Arnold, A. E. G F., Iaria, G., & Ekstrom, A. D. (2016). Mental simulation of routes during navigation involves adaptive temporal compression. *Cognition, 157*, 14–23.

Block, R. A., & Gruber, R. P. (2014). Time perception, attention, and memory: A selective review. *Acta Psychologica, 149*, 129–133.

Block, R. A., Hancock, P. A., & Zakay, D. (2010). How cognitive load affects duration judgments: A meta-analytic review. *Acta Psychologica, 134*(3), 330–343.

Bonasia, K., Blommesteyn, J., & Moscovitch, M. (2016). Memory and navigation: Compression of space varies with route length and turns. *Hippocampus, 26*(1), 9–12.

Carpenter, A. C., & Schacter, D. L. (2018). Flexible retrieval mechanisms supporting successful inference produce false memories in younger but not older adults. *Psychology and Aging, 33*(1), 134–143.

Colombo, J., & Richman, W. A. (2002). Infant timekeeping: Attention and temporal estimation in 4-month-olds. *Psychological Science, 13*(5), 475–479.

de Hevia, M. D. (2016). Chapter 3 -Core mathematical abilities in infants: Number and much more. *Progress in Brain Research, 227*, 53–74.

de Hevia, M. D., Lee, Y. N., & Streri, A. (2017). The temporal dimensions in the first year of life. *Timing and Time Perception, 5*(3-4), 280–296.

Droit-Volet, S. (2013). Time perception in children: A neurodevelopmental approach. *Neuropsychologia, 51*(2), 220–234.

Droit-Volet, S. (2016). Development of time. *Current Opinion in Behavioral Sciences,* 8, 102–109.

Droit-Volet, S., & Coull, J. T. (2016). Distinct developmental trajectories for explicit and implicit timing. *Journal of Experimental Child Psychology, 150*, 141-154.

Droit-Volet, S., & Zélanti, P. S. (2013). Development of time sensitivity and information processing speed. *PLoS One, 8*(8), e71424.

Ferreira, V. F. M., Paiva, G. P., Prando, N., Graça, C. R., & Kouyoumdjian, J. A. (2016). Time perception and age. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria, 74*(4), 299–302.

Fletcher, E., Gavett, B., Harvey, D., Farias, S. T., Olichney, J., Beckett, L., ... & Mungas, D. (2018). Brain volume change and cognitive trajectories in aging. *Neuropsychology, 32*(4), 436–449.

Freedman, V. A., Conrad, F. G., Cornman, J. C., Schwarz, N., & Stafford, F. P. (2014). Does time fly when you are having fun? A day reconstruction method analysis. *Journal of Happiness Studies, 15*(3), 639–655.

Freton, M., Lemogne, C., Bergouignan, L., Delaveau, P., Lehéricy, S., & Fossati, P. (2014). The eye of the self: Precuneus volume and visual perspective during autobiographical memory retrieval. *Brain Structure and Function, 219*(3), 959–968.

Grondin, S., Laflamme, V., Mioni, G., Morin, A., Désautels, F., & Bisson, N. (2018). Retrospective temporal judgment of the period dedicated to recalling a recent or an old emotional memory. *Timing and Time Perception, 6*(2), 169–182.

Hammond, C. (2012). *Time warped: Unlocking the mysteries of time perception.* Britain: Canongate Books Ltd.

Hancock, P. A. (2010). The effect of age and sex on the perception of time in life. *American Journal of Psychology, 123*(1), 1–13.

Ivry, R. B., & Schlerf, J. E. (2008). Dedicated and intrinsic models of time perception. *Trends in Cognitive Sciences, 12*(7), 273–280.

Johnson, K. A., Burrowes, E., & Coull, J. T. (2015). Children can implicitly, but not voluntarily, direct attention in time. *PLoS One, 10*(4), e0123625.

Jokic, T., Zakay, D., & Wittmann, M. (2018). Individual differences in self-rated impulsivity modulate the estimation of time in a real waiting situation. *Timing and Time Perception, 6*(1), 71–89.

Liberman, N., & Trope, Y. (2014). Traversing psychological distance. *Trends in Cognitive Sciences, 18*(7), 364–369.

Lustig, C., & Droit-Volet, S. (2017). Editorial of the Special issue on timing and development: The times of our lives. *Timing and Time Perception, 5*(1), 1–4.

Matthews, W. J., & Meck, W. H. (2016). Temporal cognition: Connecting subjective time to perception, attention, and memory. *Psychological Bulletin, 142*(8), 865–907.

McCormack, T. (2015). The development of temporal cognition. *Handbook of Child Psychology and Developmental Science, Cognitive Processes, 2*, 624.

Murre, J. M. J., Janssen, S. M. J., Rouw, R., & Meeter, M. (2013). The rise and fall of immediate and delayed memory for verbal and visuospatial information from late childhood to late adulthood. *Acta Psychologica, 142*(1), 96-107.

Pedri, S., & Hesketh, B. (1993). Time perception: Effects of task speed and delay. *Perceptual and Motor Skills, 76*(2), 599–608.

Provasi, J., Rattat, A. C., & Droit-Volet, S. (2011). Temporal bisection in 4-month-old infants. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 37*(1), 108–113.

Roy, M. M., & Christenfeld, N. J. S. (2007). Bias in memory predicts bias in estimation of future task duration. *Memory and Cognition, 35*(3), 557–564.

Sahakyan, L., & Smith, J. R. (2014). "A long time ago, in a context far, far away": Retrospective time estimates and internal context change. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 40*(1), 86–93.

Staddon, J. E. R., & Higa, J. J. (1999). Time and memory: Towards a pacemaker-free theory of interval timing. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 71*(2), 215–251.

Stickel, A., Kawa, K., Walther, K., Glisky, E. L., Richholt, R., Huentelman, M., & Ryan, L. (2017). Age-modulated associations between KIBRA, brain volume, and verbal memory among healthy older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience, 9*, 431.

Thoenes, S., & Oberfeld, D. (2017). Meta-analysis of time perception and temporal processing in schizophrenia: Differential effects on precision and accuracy. *Clinical Psychology Review, 54*, 44–64.

Vitulli, W. F. (2003). A systematic replication of variations in verbal content and delay on time estimation and short-term memory. *Perceptual and Motor Skills, 96*(3_suppl), 1215–1222.

Vitulli, W. F., & Crimmins, K. A. (1999). An experiment in time perception: Separating rate of presentation from type of estimation. *Perceptual and Motor Skills, 88*(3), 961–969.

Vitulli, W. F., & Nemeth, Y. M. (2001). Perception of time: Variations in verbal content and delay of estimation. *Perceptual and Motor Skills, 92*(1), 316–318.

Vitulli, W. F., & Shepard, H. A. (1996). Time estimation: Effects of cognitive task, presentation rate, and delay. *Perceptual and Motor Skills, 83*(3_suppl), 1387–1394.

Winkler, I., Fischer, K., Kliesow, K., Rudolph, T., Thiel, C., & Sedlmeier, P. (2017). Has it really been that long? Why time seems to speed up with age. *Timing and Time Perception, 5*(2), 168–189.

Wittmann, M. (2013). The inner sense of time: How the brain creates a representation of duration. *Nature Reviews Neuroscience, 14*(3), 217–223.

Wittmann, M., Rudolph, T., Linares Gutierrez, D., & Winkler, I. (2015). Time perspective and emotion regulation as predictors of age-related subjective passage of time. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 12*(12), 16027–16042.

Yu, J., Cheng, H. B., & Peng, P. (2016). Using a pictorial timeline to assess age-related changes in time estimation of daily events. *Acta Psychologica, 164*, 19–26.

Zakay, D. (2014). Psychological time as information: The case of boredom. *Frontiers in Psychology, 5*, 917.

Zakay, D., & Block, R. A. (2004). Prospective and retrospective duration judgments: An executive-control

perspective. *Acta Neurobiologiae Experimentalis, 64*(3), 319–328.

Zélanti, P. S., & Droit-Volet, S. (2011). Cognitive abilities explaining age-related changes in time perception of short and long durations. *Journal of Experimental Child Psychology, 109*(2), 143–157.

The dynamic characteristic and mental mechanism of retrospective duration estimation

YANG Lianlian; HUANG Xiting; LIU Peiduo; YUE Tong

(*Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing* 400715, *China*)

Abstract: As time passes, the dynamic characteristic of retrospective duration estimation is reflected in two aspects: short-term delay and long-term development. The former focuses on delay in seconds and minutes, attributing to context changes or a series of cognitive differences caused by target duration. The latter emphasizes individual development across ages (such as infancy, childhood, and adulthood) and considers differences in the speed of information processing as the main cause. Finally, from a comprehensive perspective, it is believed that the dynamics may be due to distinct mental representation of duration from seconds to minutes, which reflects the range-synthetic characteristic of time cognition. Future research should focus on extending temporal representation in the process of time lapse, further explore the role of timing strategies closely related to the target intervals in the retrospective duration estimation, and expand the dynamic characteristic of individual differences such as age and personality type.

Key words: retrospective duration estimation; dynamic characteristic; delay; individual development; range-synthetic model of time cognition